

## DATATIONS RADIOCARBONE ET LE «PROBLÈME VIEUX BOIS» DANS L'ARC ANTILLAIS: ÉTAT DE LA QUESTION

Christian Stouvenot (christian.stouvenot@culture.gouv.fr)

ArchAm : UMR 8096 du CNRS, Archéologie des Amériques (Paris, France)

Direction des Affaires Culturelles de la Guadeloupe. Ministère de la Culture  
(Guadeloupe, France)

Jacques Beauchêne (jacques.beauchene@cirad.fr)

EcoFoG UMR 93 du CIRAD. Ecologie des forêts de Guyane (Kourou, French Guiana)

Dominique Bonnissent (dominique.bonnissent@inrap.fr)

Inrap. Centre archéologique de Guadeloupe

Christine Oberlin (oberlin@univ-lyon1.fr)

CDRC : Centre de Datation par le RadioCarbone. UMR 5138 du CNRS, Archéométrie et Archéologie: Origine, datation et technologie des matériaux. (Lyon, France)

### ■ RÉSUMÉ

Parmi les nombreux effets susceptibles de fausser l'interprétation des datations par le radiocarbone, figurent ceux pour lesquels l'âge de l'événement archéologique est différent de l'âge radiocarbone de l'échantillon, ou âge de l'« événement radiocarbone ». Ce type de problème se pose dans de nombreux cas, en particulier celui dénommé « effet vieux bois ». Cette question est prise en compte dans diverses régions du monde où des espèces végétales très longévives sont fréquentes. Dans les Antilles les études anthracologiques disponibles indiquent une fréquence très importante de certaines espèces autochtones multiséculaires dont le gaïac, *Guaiacum officinale* L.. Cependant, la quasi absence de données dendrochronologiques dans la zone tropicale humide, nous privent d'un inventaire précis des espèces longévives et surtout de l'évaluation de leur longévité. Quelques tests présentés ici ont permis une estimation de la longévité de poteaux d'origine archéologique en bois de gaïac. Ils mettent en évidence un décalage de plusieurs siècles entre les parties externes et le cœur du tronc. Cet exemple illustre l'apparition d'une incertitude supplémentaire dans la datation de l'événement archéologique lorsque que l'on ne connaît ni l'espèce botanique ni la zone de prélèvement dans l'arbre. Une autre source d'erreur pourrait provenir de l'utilisation de bois mort de qualité très durable comme com-

bustible, sachant que les grands cyclones peuvent produire d'importantes quantités de bois mort susceptible d'être récolté pendant des décennies, voire des siècles. Afin d'améliorer les données chronologiques utilisées dans les interprétations archéologiques, il apparaît nécessaire de s'assurer de la qualité des datations, et donc de suivre un protocole similaire à ceux utilisés dans d'autres régions basé sur une meilleure connaissance des éléments datés : espèce, partie anatomique, humidité du bois utilisé (vert ou sec).

## ■ ABSTRACT

Among the many effects that may distort the interpretation of radiocarbon dates are those for which the age of the archaeological event is different from the radiocarbon age of the sample or "<sup>14</sup>C event" age. This type of problem arises in many cases, notably in the «old wood effect», and occurs in various regions of the world where very long-lived trees species are common. In the Caribbean anthracological studies indicate a very high frequency of some indigenous centuries-old species such as *Guaiaacum*, *Guaiaacum officinale* L. However the absence of tree-ring data in humid tropical zones deprives us of an accurate inventory of long-lived species and especially the assessment of their longevity. Here we present measurements which enable us to estimate the longevity of archaeological *Guaiaacum* wood posts. They highlight a gap of several centuries between wood from the outer edge and the heart of the tree. This example illustrates the additional uncertainty that can result from dating archeological events when dates are realized on unidentified botanical species from which the area that was sampled is unknown. Another source of error could arise from the use of rot-proof dead wood as fuel if we take into consideration that major hurricanes can produce large amounts of dead wood that may be collected for decades, even centuries. To improve chronometric data used in archaeological interpretations, it is necessary to ensure the quality of the dating process by following a protocol similar to those used in other regions of the world based on a better understanding of the material to be dated by preliminary identifications of wood samples: species, anatomical part, wood moisture content (unseasoned or seasoned).

## ■ RESUMEN

Entre los muchos efectos que pueden distorsionar la interpretación de fechas de radiocarbono, destacan aquellos para los que la edad de la prueba arqueológica es diferente de la edad de radiocarbono de la muestra, o la edad del «evento de radiocarbono.»

Este tipo de problema se presenta en muchos casos, especialmente uno llamado «efecto madera vieja.» Esto se refleja en diversas regiones del mundo donde las especies de plantas de mucha longevidad son comunes. En el Caribe, los estudios antracológicos disponibles indican una muy alta frecuencia de algunas especies autóctonas como el guayaco, *Guaiaacum officinale* L.

Sin embargo, la casi ausencia de datos de anillos de árboles en los trópicos húmedos, nos impide realizar un inventario exacto de especies de mucha longevidad y sobre todo la evaluación de la longevidad.

Algunas de las pruebas presentadas aquí permitieron una estimación de la longevidad de unos postes de guayaco de origen arqueológico.

Ponen de manifiesto una brecha de varios siglos entre las partes externas y el corazón del tronco. Este ejemplo ilustra la aparición de una incertidumbre adicional en la datación de los eventos arqueológicos cuando no conocemos la especie botánica y tampoco la zona de la muestra en el árbol.

Otra fuente de error puede surgir de la utilización de la madera muerta de calidad duradera como combustible ya que los grandes huracanes pueden producir grandes cantidades de madera muerta, que puede ser requerida durante décadas, incluso siglos.

Para mejorar los datos cronométricos utilizados en interpretaciones arqueológicas, es necesario asegurarse de la calidad de las fechas, y por lo tanto seguir un protocolo similar a los utilizados en otras regiones fundado en una mejor comprensión de los elementos: especie, parte anatómica, humedad de la madera usada (verde o seco).

## 1. INTRODUCTION : LA QUESTION DE LA PRÉCISION DES DATATIONS RADIOCARBONE DANS L'ARC ANTILLAIS

Lors du 1er Congrès d'archéologie précolombienne de la Caraïbe qui s'est tenu à Fort-de-France en 1961 sont présentés les premiers résultats de datations par le carbone 14 pour des sites antillais. Ils concernaient deux gisements précéramiques à Antigua et Trinidad, un site cédro-san-saladoïde à Antigua et le site de Troumassée à Sainte-Lucie (Olsen 1963; Rouse 1963). Comme ailleurs dans le monde, cette méthode révolutionnaire constitue un apport considérable à la recherche et son application pour la datation des différentes cultures et migrations à travers l'archipel est aussitôt pleinement mesurée.

Cinquante ans après, plusieurs centaines de datations radiocarbone ont été produites dans le contexte de l'archéologie antillaise. Ces datations ont contribué de façon déterminante à l'élaboration d'une échelle chronologique qui fait consensus dans ses grandes lignes et fourni le cadre général de la colonisation de l'archipel (Rouse 1992; Petersen et al. 2004; Curret et al. 2004; Wilson 2007; Bonnisent 2008; Boomert 2014). Cependant les exemples d'incohérences chronologiques ne manquent pas, en dépit d'une amélioration des méthodes de laboratoire qui fournissent des résultats de plus en plus fiables. Il en découle parfois des difficultés à appréhender avec précision la datation de certains gisements, la longévité des cultures et plus largement les phénomènes migratoires.

Dans l'arc antillais ces difficultés ont rarement été abordées. On peut citer les réflexions de plusieurs chercheurs dont William Keegan (1994:263) et plus récemment Scott Fitzpatrick (2006). Ce dernier suggère d'adopter les règles définies par Spriggs et dénommées « chronometric hygiene » (Spriggs 1989) dont la première est de n'utiliser pour les datations que les organismes à courte durée de vie.

Dans d'autres régions du monde, la systématisation du choix d'organismes ou de parties anatomiques à courte durée de vie a permis d'affiner de façon remarquable les chronologies et il conviendra de s'en inspirer. Par exemple dans les Flandres, la chronologie du Mésolithique a été revue à partir d'une analyse ne

retenant que les datations faites sur noisettes (Crombé et al 2009). En Polynésie orientale, le schéma migratoire a été rénové en profondeur grâce à une analyse effectuée à partir de datations pratiquées uniquement sur matériaux à courte durée de vie, graines et coquilles d'œuf ou charbons de végétaux non longévifs (Wilmschurst et al 2011).

## 2. DÉFINITION DU PROBLÈME « VIEUX BOIS »

Depuis son invention, la méthode de datation par le radiocarbone s'est peu à peu révélée plus complexe que l'apparente simplicité des principes de base (Libby et al 1949). Toutes les phases du processus de datation ont vu apparaître des problèmes qui ont été solutionnés au fur et à mesure par des corrections à appliquer, comme la calibration, ou par des précautions opératoires que les utilisateurs doivent appliquer. Dans le cadre de cet article nous nous limiterons à la question du problème « vieux bois » dans l'arc antillais. Comme son nom l'indique, ce problème survient lorsque l'on utilise « par inadvertance » du bois plus ancien que celui de l'événement archéologique que l'on souhaite dater. La conséquence est un vieillissement indéterminé des datations, alors que le résultat radiométrique est pourtant juste en lui-même. Plusieurs cas de figure sont susceptibles de produire cet effet « vieux bois » et il convient de les distinguer :

### 2.1. L'effet « bois de cœur »

Au cours de la croissance de l'arbre, les couches d'aubier sont progressivement recouvertes par de nouvelles couches naissantes, tandis que les anciennes se transforment en bois de cœur ou duramen, bois au métabolisme qui n'échange quasiment plus de carbone avec l'atmosphère. Les auteurs anglophones utilisent le terme de « inbuilt age » pour caractériser l'âge des cernes de croissance par rapport à la mort de l'arbre. (McFadgen 1982; Gavin 2001), ce qui pourrait être traduit par « âge de formation » du bois. Par le radiocarbone on date l'âge du cerne d'où provient l'échantillon, et la position de ce cerne dans la section du bois est indéterminée lorsque l'on a affaire à des échantillons de petite taille comme les charbons. L'âge mesuré, ou « événement radiocarbone » (Van Strydonck et al 2000), diffère donc de celui de l'abattage de l'arbre, ou événement archéologique, d'une valeur qui n'est pas connue. Cette incertitude est heureusement le plus souvent mineure, mais peut prendre de l'importance dans les cas des arbres à espérance de vie élevée.

## 2.2. L'effet « bois durable »

### 2.2.1. La durabilité naturelle du bois

Cette circonstance est celle qui apparaît lorsque l'échantillon à dater provient d'une pièce de bois issue d'un arbre mort bien avant la date de son utilisation archéologique. Plusieurs facteurs peuvent contribuer à une longue préservation du bois. La nature du bois est très importante : certaines espèces d'arbres ont un bois doté d'une grande résistance à la dégradation biologique, et en particulier aux champignons dont l'attaque a pour effet de rendre le bois plus digeste pour les insectes. Cette résistance peut découler soit d'une forte densité du bois limitant la porosité et la présence de nutriments utilisables par les champignons, soit de la présence de composés toxiques pour les micro-organismes (Bultman et Southwell 1976; Kollmann et Côté, 1968:110; Rodrigues et al 2010). Le milieu ambiant joue également un rôle important dans la conservation du bois, par exemple s'il est très humide (bois immergés gorgés d'eau, bois morts des « forêts de nuages »), ou au contraire très sec (bois mort multiséculaire) (Schiffer 1986; Kenneth et al 2002), soit enfin dans les cas où le bois est conservé grâce à la présence dans le milieu de composés chimiques biocides comme le soufre d'origine volcanique ou une sur-salinité d'origine marine (Castillo et Demoulin 1997).

### 2.2.2. La durabilité anthropogénique du bois

La durabilité d'un bois peut être prolongée dans les cas où le bois se conserve lorsqu'il est placé par l'homme à l'abri de l'humidité et de la pourriture ; il en est ainsi des bois employés pour la construction, l'ameublement ou des ustensiles divers. L'objet peut être conservé ou être ultérieurement réutilisé pour d'autres usages très longtemps après sa fabrication. Le problème d'une ancienneté « culturelle » de l'échantillon est difficilement détectable dans le cas de charbon de bois, mais elle peut être soupçonnée dans les cas où le taxon du charbon correspond à des utilisations spécifiques, par exemple pour la construction.

## 2.3. L'effet « souche à rejets »

Chez certaines espèces ligneuses et dans certains cas une souche d'un arbre abattu peut se régénérer et émettre de nouveaux rejets, par exemple à la suite d'une tempête (figure 1). Le bois de la souche peut donc être préservé et atteindre un âge beaucoup plus conséquent que ne le laissent apparaître la dimension des rejets, ce phénomène pouvant se répéter tempête après tempête et laisser en place des souches dont l'âge peut être très élevé.

## 2.4. L'effet « vieux charbon »

Ce problème peut apparaître quand l'échantillon à dater est une matière charbonneuse, généralement un pigment utilisé pour des peintures rupestres en grotte, provenant de la réutilisation de charbons anciens (Rowe 2001:7).

## 2.5. L'effet « dégazage géologique »

L'atmosphère située au-dessus de zones à fortes émanations gazeuses d'origine volcanique ou hydrothermale s'enrichit en carbone géologique ancien. L'âge radiocarbone de la végétation qui assimile cette atmosphère dans son métabolisme peut donc être plus ancien que son âge chronologique réel. Cet effet a été constaté sur les flancs de certains volcans (Saupé et al 1980).

# 3. LE PROBLÈME « VIEUX BOIS » AUX ANTILLES : DONNÉES BOTANIQUES

464

## 3.1. Les arbres longévifs aux Antilles

La première question que l'on se pose est de savoir s'il existe des arbres à grande longévité aux Antilles et quelle est cette longévité. Bernard Rollet (2010) dans son ouvrage « Arbres des Petites Antilles » résume très bien la question de l'évaluation des âges des arbres tropicaux :

*«La question simple : quel âge a cet arbre ? plonge en général le forestier tropical dans un abîme de perplexité»*

Plus généralement la question fait débat dans toute la zone tropicale (Worbes et Junk 1999).

En effet, l'âge des arbres est généralement mesuré à partir du décompte des cernes annuels de croissance ou dendrochronologie. Or, dans les régions tropicales, les saisons sont peu marquées et les cernes visibles n'obéissent pas forcément à un rythme saisonnier comme les cernes annuels des régions à hivers marqués. Des cernes existent pourtant mais ils sont générés par des stress qui peuvent être d'origines diverses : inondations annuelles des arbres, variation de la durée de l'ensoleillement, stress cyclonique, variation de la saison des pluies ou de la saison sèche ou encore rythmicité biologique propre à chaque espèce d'arbre.

En milieu tropical, la dendrochronologie n'est envisageable que chez de rares espèces (ex. : mahogany, *Cordia alliodora*, *Cedrela odorata*). On doit donc le plus souvent faire appel à d'autres méthodes plus ou moins fiables et précises :

- connaissance empirique d'arbres remarquables
- arbres dont on connaît la date de plantation
- extrapolation à partir des vitesses de croissance radiale et des diamètres maximums observés pour une espèce
- chez certaines espèces, analyse des cernes et de la relation entre croissance primaire et croissance secondaire (Nicolini et al 2012)
- datations radiocarbone multiples sur une section de bois ancien, pouvant être archéologique ou non (Brock et al 2012)

Les observations montrent qu'il est difficile d'extrapoler des valeurs obtenues sur quelques individus à l'ensemble d'un taxon. En effet, les vitesses de croissance radiale peuvent présenter une grande variabilité entre individus. Par exemple, hormis les espèces sciaphiles, les individus jeunes ont une vitesse de croissance plus rapide que les arbres âgés et il arrive même que l'on observe un quasi arrêt de la croissance à partir d'une certaine sénilité (Rollet 2010). Par ailleurs, le milieu environnant influe sur la vitesse de croissance : les arbres cultivés ont tendance à pousser plus rapidement, et à l'inverse des conditions de stress (milieux secs, milieux à forte salinité, milieux ventés, sols réduits, sols asphyxiants, milieux ombragés, altitude) vont ralentir la croissance radiale (Weaver 1990:5; Rollet 2010:124), ceci pouvant aller jusqu'à l'apparition de plantes de type bonsaï, à croissance extrêmement ralentie (Larson 2001). Toutes essences confondues, les taux de croissance des troncs varient fortement selon le milieu : une étude réalisée à Porto Rico (Brandels 2009) établit des taux moyens de croissance diamétrale de 0.20 cm/an dans les forêts sèches à 0.37 cm/an dans les forêts humides. Il arrive aussi que des arbres réputés à croissance rapide comme le poirier, le gommier blanc, le mapou ou le courbaril, survivent très longtemps dans certaines conditions en poussant beaucoup plus lentement que la normale (Weaver 1990). Il est important de souligner que ces conditions de stress sont plutôt fréquentes dans les zones littorales antillaises qui accueillent la plupart des sites précolombien et qui sont soumises à des vents permanents, des embruns salés et des cyclones. Les régions d'altitude (ex. Soufrière), toutefois moins fréquentées par l'homme, réunissent néanmoins des conditions de stress pour la végétation susceptibles de limiter sa croissance : très forte pluviométrie, vent, fortes amplitudes thermiques et faible ensoleillement en raison de la nébulosité le plus souvent assez importante de ces secteurs.

Dans de rares cas, des valeurs de longévité d'espèces présentes aux Antilles ont pu être évaluées (tableau 1) mais certains auteurs (Worbes and Junk 1999) pensent que ces évaluations sont généralement surestimées et restent à affiner.

On retiendra que la question de la longévité des arbres antillais reste peu documentée d'autant que les conditions du milieu génèrent une grande varia-



bilité, même au sein d'une même espèce, ce qui compliquera aussi l'utilisation de catalogues inventoriant les espèces arborées problématiques pour la datation radiocarbone.

### 3.2. Les bois durables aux Antilles

Il existe un certain nombre de bois d'essences indigènes qui ont une réputation d'incorruptibilité (c'est-à-dire de grande durabilité une fois mis en œuvre). Ces essences sont le plus souvent utilisées comme matériau de construction, pour les toitures, poteaux ou charpentes. Le tableau 2 en donne quelques exemples.

Les conditions du milieu sont là aussi déterminantes, la durabilité étant favorisée par une atmosphère sèche, ou une exposition aux embruns salins.

Dans l'archipel des Antilles, les cyclones ont un effet dévastateur sur la végétation et ceux de catégorie élevée engendrent la chute de nombreux arbres et branches. La production de bois mort après les cyclones de forte intensité peut être très importante. Une étude menée à Porto-Rico et aux Iles Vierges après le cyclone Hugo de 1989 (Weaver 1994), évalue les dommages à 6 % de la forêt, soit un impact pouvant atteindre 288 arbres par hectare (84 cassés, 54 déracinés, et 150 morts sur pied et 90 % défeuillés), dégâts qui contribuent à la production de 17 tonnes de déchets ligneux par hectare. On peut imaginer que de telles quantités des bois morts ont pu représenter une source de combustible abondante pour les amérindiens, pouvant être accessible de nombreuses années après les cyclones dans les cas de bois durables.

On doit également signaler la circonstance particulière de la réutilisation de bois d'œuvre. Ainsi, certains bois particulièrement durables utilisés pour la construction précisément en raison de leur durabilité, peuvent conserver leurs qualités sur de longues durées et être récupérés ultérieurement pour d'autres utilisations. De telles pratiques ont été envisagées dans le cas du site archéologique du village de Los Buchillones à Cuba (Cooper and Thomas 2011) avec de possibles réemplois plusieurs siècles après les mises en œuvre initiales.

### 3.3. Les souches à rejets aux Antilles

Aux Antilles ce phénomène est particulièrement courant en raison de la fréquence élevée des cyclones. Les rejets poussent sur les troncs abattus ou les souches déracinées et les maintiennent en vie. Le bois des souches peut donc être beaucoup plus âgé que ne le laisse supposer le port des rejets auxquels ils donnent naissance. Rollet (2010:124) signale quelques espèces produisant fréquemment des rejets, dont le raisinier bord-de-mer *Coccoloba uvifera* (figure 1), le poirier ou le mahogany.



### 3.4. L'effet « vieux charbon » aux Antilles

Cette question reste anecdotique et ne pourrait concerner que l'utilisation de charbons en grotte pour des peintures rupestres.

### 3.5. L'effet « dégazage géologique »

Les Antilles comportant de nombreux volcans actifs, il est légitime de se poser la question du vieillissement radiocarbone de l'atmosphère (donc des plantes) causé par le dégazage géologique dans les cas où le site étudié est localisé à proximité d'une zone fumerollienne ou susceptible de l'avoir été à l'époque de son occupation.

## 4. LE CAS DU GAÏAC (GUAIAECUM OFFICINALE)

Le gaïac est un cas particulier qui mérite un examen détaillé :

- d'une part en raison de son abondance sur certains sites précolombiens (jusqu'à 84 % des charbons d'un site, cf § 5.1, Wanapa Bonaire), probablement liée à l'abondance de cette essence dans le milieu naturel antillais, mais aussi du fait d'une utilisation importante en raison de ses qualités (Newsom and Wing 2004) : très grande durabilité, propriétés technologiques remarquables du bois (dureté, ténacité, élasticité), inflammabilité, très bon combustible, réputation de vertus médicinales, bois d'art présentant un poli brillant (Ostapkowicz et al 2011)
- d'autre part il s'agit d'une espèce très longévive (500 ans et plus) et dont le bois est réputé très durable, deux caractères qui devraient nous inciter à écarter le gaïac pour les datations radiocarbone.

### 4.1. La longévité du gaïac

Les données chiffrées concernant sa longévité et/ou sa vitesse de croissance sont assez rares. Une rapide recherche bibliographique nous a permis de réunir les observations relatives à des gaïacs dont la date de plantation est connue (tableau 3).

Brock, Ostapkowicz et al (2012) ont publié des estimations de taux de croissance évaluées à partir de datations radiocarbone sur 8 sculptures taïnos ou pré-taïnos en bois de gaïac provenant de différents musées (les dates s'inscrivent entre 954 et 1603 après J.-C.). Le principe est simple : il s'agit pour chaque objet de dater au moins deux échantillons, l'un prélevé dans la région des cernes centraux,

l'autre vers les cernes périphériques et de faire la différence entre ces deux dates. Après traitement statistique le taux moyen de croissance a été établi autour de 6 à 14 ans par cm (accroissement de l'épaisseur du cerne ce qui donnerait 3 à 7 ans par cm d'accroissement du diamètre, valeurs du même ordre que celles du tableau 3). Les auteurs reconnaissent eux-mêmes que cette valeur moyenne ne rend pas compte de certaines variables, liées notamment à l'âge de l'arbre (les arbres jeunes croissent plus rapidement), ou à son environnement géologique ou climatique.

Nous avons appliqué la même méthode sur deux poteaux archéologiques identifiés comme étant en gaïac. Il s'agit de bases de poteaux récoltés sur des sites précolombiens en contexte humide : Baie-aux-Prunes à Saint-Martin (Bonnissant et Stouvenot 2005) (figure 2) et Morel en Guadeloupe (figure 3), objet exposé au Musée d'archéologie Edgar Clerc que nous remercions ici de nous avoir autorisé les deux prélèvements nécessaires à notre projet. L'essence des bois avait été déterminée par C. Tardy (comm. orale) et nous avons nous même opéré à une vérification de l'essence de l'échantillon de Baie-aux-Prunes par examen microscopique du plan ligneux (figure 4). Les dates radiocarbone (tableaux 4 et 5) permettent d'estimer l'âge biologique des arbres et leur taux de croissance. Cette estimation a été précisée pour deux intervalles de confiance à 1 et 2 sigma à l'aide d'un traitement statistique bayésien avec le logiciel Bcal (<http://bcal.shef.ac.uk>) (tableau 6).

Ces taux de croissance apparaissent un peu plus faibles que ceux obtenus lors d'autres études (tableau 3). Il est possible que le contexte climatique très sec de ces deux sites implique que les arbres y croissent plus lentement que dans des régions plus humides.

En conclusion, les données disponibles permettent d'attribuer au gaïac une grande longévité pouvant atteindre 300 ans, mais présentant une forte variabilité liée aux conditions climatiques de l'environnement naturel.

#### 4.2. La durabilité du gaïac

Le bois de gaïac est un bois qui se dégrade très lentement à l'air libre (Bultman and Southwell 1976) ce qui lui a valu une réputation d'incorruptibilité. Cette qualité est liée pour partie à la grande densité du bois et surtout à la présence, dans les parois et les lumens de ses fibres, de métabolites secondaires aux propriétés fongicides, insecticides et bactéricides (acides gras, gaïacol). Si les exemples ne manquent pas d'objets en bois de gaïac retrouvés en grotte (Ostapowicz 2012) ou de vestiges de bois d'œuvre conservés en milieu humide (Bonnissant 2008; Graham et al 2010), il est cependant difficile de retrouver dans la littérature des données chiffrées relatives à la durabilité de cette essence dans des conditions naturelles (Chudnoff 1984).

Un cas très singulier méritant d'être mentionné nous a été signalé sur l'île de Saint-Barthélemy (comm. orale Karl Questel ; Lenoble et al 2012). Il s'agit de

l'arbre dit « à supplices » de la Pointe de Nègre qui se présente aujourd'hui comme une souche coupée à hauteur d'homme et que la tradition orale désigne comme l'arbre où étaient suppliciés et pendus les esclaves (figure 6). L'arbre aurait été coupé par les anciens esclaves au moment de l'abolition de l'esclavage sur l'île en 1847. Nous avons identifié son bois comme étant du gaïac par examen microscopique du plan ligneux (figure 5). De mémoire des habitants de l'île encore vivants, cet arbre a toujours été vu coupé, et sa localisation dans un secteur peu fréquenté a probablement contribué à sa préservation. Il s'agirait donc d'un exemple particulièrement remarquable de durabilité à l'air libre (165 ans), sans doute favorisé par l'environnement local aride, venté et salin. Il est possible que des rejets vivaces après la coupe de l'arbre aient pu rallonger quelque temps la durée de vie de l'arbre et la conservation du bois.

## 5. L'EFFET « VIEUX BOIS » AUX ANTILLES : DONNÉES ARCHÉOLOGIQUES

### 5.1. La réalité du problème : présence d'essences longévives sur les sites archéologiques

Les sites archéologiques précolombiens des Antilles ont livré des vestiges ligneux d'essences longévives provenant de différents contextes. Le plus souvent il s'agit de restes végétaux de petit calibre prélevés lors de fouilles archéologiques, comme des charbons de bois ou des graines. On signale aussi des éléments de constructions en bois (Graham et al 2000; Bonnissent et Stouvenot 2005) et plus rarement du mobilier ouvragé conservé dans plusieurs musées et provenant probablement de grottes (Ostapkowicz 2012). Malheureusement ces études et découvertes sont encore trop rares et ne permettent pas d'avoir une vision globale très fiable de la fréquence des espèces longévives dans l'archéologie antillaise.

En ce qui concerne les Petites Antilles, on peut toutefois citer quelques mentions d'essences à forte longévité identifiées en contexte archéologique :

- Golden Rock – Saint-Eustache (Newsom 1992:223-225) : l'étude paléobotanique mentionne la prédominance dans les charbons de bois de plusieurs essences à croissance lente et notamment le gaïac
- Hope Estate - Saint-Martin (Newsom and Molengraaff 1999:243) : les auteurs mentionnent 67 % de gaïac dans le spectre anthracologique
- Minnis Ward - Bahamas (Winter and Wing 1995:485) : la présence de gaïac est mentionnée
- Major's Cave à Hot Cay - Bahamas (Winter et al 1999:199) : un bol en gaïac est présent dans le remplissage remanié de la grotte, il est sans doute associé à des rites funéraires

- Andros Blue Hole, Bahamas (Keegan cité par : Berman, Pearsall 2000) : canoe en mahogany
- Baie aux Prunes - Saint-Martin (Bonnissent et Stouvenot 2005) : la base d'un poteau en gaïac est retrouvée en place dans sa fosse sur le site, il a fait l'objet d'une datation radiocarbone
- Morel - Guadeloupe : une base de poteau en gaïac est retrouvée sur le site par un promeneur. Il est très vraisemblablement précolombien, il est exposé au Musée Edgar Clerc au Moule
- Heywood, Hilcrest - Barbade (Newsom 2000:163, 164) : une étude montre l'utilisation de bois de gaïac, en particulier pour le cuvelage d'un puits et comme probable bois de combustible. Une autre essence représentée (*Sideroxylon* sp.) est un bois à forte densité
- Tutu, Saint-Thomas, Iles Vierges (Righter 2002:117, non consulté, cité par Ramcharan 2004:62) : des poteaux carbonisés seraient en gaïac
- Porto-Rico (deFrance and Newsom 2005) : plusieurs espèces pouvant être longévives ou durables sont signalées sur les sites archéologiques : *Coccoloba uvifera* (raisinier bord-de-mer), *Tabebuia* sp., ou *Guaiacum* sp., ce dernier pouvant représenter jusqu'à 12 % des charbons (site archéologique de Tibes)
- Watling's Blue Hole, Bahamas (Winter and Pearsall 1993) : mortier en bois de mahogany (*Swietenia mahogani*)
- Wanapa, Bonaire (Newsom and Wing 2004) : le gaïac représente 84 % des charbons

Plusieurs objets archéologiques précolombiens en bois, dont certains sont en gaïac, ont été retrouvés à Trinidad dans les bitumes du Pitch Lake, à Cuba sur le village Taïno de Los Buchillones (Graham et al 2000), en République Dominicaine sur le site de La Aleta (Conrad et al 2001). Une étude réalisée par J. Ostapkowicz (1998) recense plus de 300 objets en bois provenant des Antilles et conservés dans différents musées du monde.

En résumé on constate une fréquence assez importante du gaïac qui peut atteindre 67 % des charbons de bois, comme à Hope Estate à Saint-Martin (Newsom and Molengraaff 1999), ou même 84 % à Wanapa à Bonaire (Newsom and Wing 2004). Dans l'ensemble les usages qui ont été identifiés sont assez variés : bois de construction, combustible, meubles, parures, ustensiles de cuisine, cuvelages de puits, ...

## 5.2. Quelques exemples antillais avec possible effet « vieux bois »

Dans quelques rares cas aux Antilles, les chercheurs ont souligné des incohérences de datations qui sont très probablement liées à un effet « vieux bois ». On peut citer au moins deux cas :

*Los Buchillones – Cuba (Cooper et al 2010)* : ce site exceptionnel est un village taïno dont les maisons en bois effondrées sont parfaitement conservées dans une lagune littorale. Les maisons, dont les plans sont lisibles, sont datées par le radio-carbone entre 1295 et 1690 après J.-C. Deux poteaux ont fourni des dates entre 540 et 780 après J.-C., en dépit de leur évidente appartenance à une maison dont les autres poteaux sont au moins 500 ans plus jeunes. Les auteurs avancent deux explications possibles : soit l'utilisation de bois à grande longévité, soit le réemploi de bois de constructions antérieures (Cooper et al 2010:96). D'autres datations effectuées sur des échantillons provenant d'organismes à courte durée de vie et à courte utilisation ont fourni des fourchettes d'occupation plus récentes et plus satisfaisantes, confortant l'idée exprimée par les auteurs d'un effet « vieux bois » expliquant les dates anciennes mesurées sur certains échantillons.

*Golden Rock – Saint-Eustache (Schinkel 1992)* : trois datations sur charbons provenant de trous de poteaux appartenant à la même construction au plan circulaire (S1) donnent des dates s'étalant sur 350 ans. L'auteur mentionne l'incohérence et émet l'hypothèse que les datations les plus anciennes sont faites sur des charbons intrusifs pouvant signaler un abattis bien antérieur à l'occupation principale du site. Dans le même ouvrage l'archéobotaniste L. Newsom (1992) mentionne pourtant la présence d'espèces longévives dans l'assemblage anthracologique et en particulier le gaïac, présence qui pourrait tout aussi bien expliquer les datations anciennes sans faire appel à l'hypothèse d'une occupation antérieure.

## 5.3. L'exemple de Nevis : la question des implantations pionnières

L'exemple de Nevis développé par Newsom et Wing (2004:100) est particulièrement intéressant. L'étude des charbons provenant de sites archéologiques de cette île semble montrer que l'occupation humaine prolongée s'accompagne de la diminution des taxons à grande longévité au profit de plantes à durée de vie plus courte, évolution qui pourrait être provoquée par les défrichements et mises en culture sur de longues périodes. Ainsi le pourcentage des charbons de gaïac passe de 95 % au Cédrosan-saladoïde (site de Hichmans), à 25 % au Néoindien récent (site d'Indian Castel). A partir de cette observation, on pourrait émettre l'hypothèse que les sites archéologiques des occupations « pionnières » devraient livrer

plus de charbons d'essences longévives que ceux des occupations ultérieures sur les mêmes lieux, et en conséquence les datations sur charbons pourraient y être plus souvent affectées par un effet « vieux bois »

## **6. VERS LA DÉFINITION D'UNE MÉTHODOLOGIE APPLICABLE À L'EFFET « VIEUX BOIS »**

### **6.1. L'exemple de l'archéologie polynésienne**

La question des problèmes des datations radiocarbone a été très tôt débattue par les archéologues de la région Pacifique. L'application de précautions et de règles sont préconisées en 1993 par Spriggs et Anderson (cité dans Kirch and Kahn 2007:198) et l'application de ces règles ouvre un débat entre les tenants de « chronologies courtes » et ceux de « chronologies longues » pour l'occupation des différentes îles. Une équipe a récemment réinterprété un corpus de 1434 datations de sites de la Polynésie orientale (Wilmschurst et al, 2011). Leur analyse montre que si l'on retient la totalité des datations réalisées on aboutit à des chronologies longues pour chaque île qui ne permettent pas la construction d'un schéma migratoire très clair. En revanche si on se limite aux datations provenant d'organismes à courte durée de vie (graines, coquilles d'œuf, arbres à croissance rapide), les chronologies pour chaque île sont alors beaucoup plus courtes et un schéma migratoire cohérent se dégage alors de façon assez claire.

Une estimation à Hawaii (Reith and Athens 2013) relève que 90 % des datations ont été faites sur des charbons de bois provenant d'essences ou de parties anatomiques non identifiées et propose un ensemble de bonnes pratiques visant à contrôler la nature des échantillons à dater. D'autres auteurs (Allen and Huebert 2014) montrent qu'il est parfois difficile de relier vitesse de croissance et longévité des arbres, d'où une difficulté à utiliser des informations ponctuelles uniquement basées sur la croissance. Elles proposent de cataloguer les arbres pouvant être à grande longévité, mais aussi les plantes à courte durée de vie dont les charbons peuvent être utilisés sans risque pour les datations. Elles suggèrent la mise en œuvre de pratiques permettant de revenir ultérieurement sur les échantillons datés : à savoir que les échantillons qui n'ont pas fait l'objet d'études anthracologiques soit documentés par photographies et microphotographies, ou mieux, qu'une partie de l'échantillon non utilisée pour la datation soit conservée.

### **6.2. Quatre méthodologies à mettre en œuvre**

#### **6.2.1. Protocole opératoire des datations sur charbon de bois**

D'une façon générale, il conviendra d'appliquer à minima les règles dénommées « chronométric hygiene » définies par Spriggs (1989):

- 1) Le matériel daté ne doit pas provenir d'espèces à grande longévité
- 2) pour le même contexte (niveau, structure) plusieurs datations doivent être réalisées
- 3) les sites stratifiés requièrent plusieurs datations
- 4) l'association avec les vestiges ne doit pas être équivoque

L'application de la première règle aux charbons de bois implique de détecter les charbons pouvant poser problème et de les écarter de la datation. L'intervention de spécialistes anthracologues devrait devenir la règle. On pourrait s'inspirer des pratiques mises en œuvre dans d'autres régions, à savoir :

- pré-sélection des charbons par un anthracologue, avec pour objectifs :
  1. les éléments à dater devront être identifiés comme « à courte durée de vie », soit par l'identification de l'espèce, soit par le choix d'une partie anatomique « jeune » : graine ou brindille (Stein et al 2003:312; Wilmschurt et al 2011), des techniques de mesure des diamètres des tiges à partir des charbons étant applicables (Dufraisse and Garcia-Martinez 2011)
  2. les éléments identifiés comme provenant d'essences durables devront être exclus après identification de l'espèce
  3. les charbons provenant de bois vert devront être préférés à ceux provenant de bois sec. Des recherches ont montré qu'il était possible, mais cependant difficile, de différencier l'origine des charbons (sec ou vert) à partir de l'analyse de certains stigmates comme les fissures radiales des charbons, ou plus sûrement les figures d'effondrement de cellules ou « collapses » (Thery-Parisot 2001:56-70, 2012), ou bien de la présence de moisissures de champignon (Moskal del Hoyo et al 2010)
- à défaut d'une approche anthracologique préliminaire on peut se conformer aux lignes de conduite suivantes :
  1. évitement des charbons susceptibles de provenir de gros éléments (poteaux de fort diamètre)
  2. conservation d'une partie du charbon pour analyse anthracologique ultérieure
  3. procéder à un archivage des charbons à dater par photographies et microphotographies (Allen and Huebert 2014)



### 6.2.2. Constitution de référentiels antillais concernant l'espérance de vie des arbres et la durabilité des bois

L'identification anthracologique préalable qui doit conduire au tri des charbons à dater ne sera efficace que si les essences problématiques ou celles qui ne le sont pas sont connues.

A l'évidence, les éléments publiés sur le sujet sont encore approximatifs, même si l'on dispose de quelques données sérieuses. L'approche sera forcément pluridisciplinaire car si elle intéresse la méthodologie C14, les données proviendront essentiellement des botanistes et éventuellement des technologues du bois pour ce qui concerne la durabilité. Pour l'archéologie, il sera nécessaire de produire des catalogues dont les données devront permettre de retenir ou d'écarter un échantillon de charbon de bois.

Plusieurs approches pourraient être mobilisées pour la constitution d'un tel référentiel :

- recherches bibliographiques
- enquêtes ethnologiques sur les connaissances traditionnelles
- tests de lecture dendrochronologiques (espèces des zones à saisons contrastées)
- campagnes de suivi pluriannuel de croissance forestière (fenêtres de Mariaux)
- datations radiocarbone sur bois anciens
- expérimentation et analyses de la durabilité du bois et de sa variabilité

### 6.2.3. Protocoles visant à réduire l'influence du problème « vieux bois » lors de l'interprétation chronologique

On peut envisager quelques pratiques basées sur une analyse statistique ou bayésienne des résultats. Elles nécessitent le plus souvent de faire plusieurs mesures, et en conséquence le coût financier peut parfois s'avérer rédhibitoire. On peut citer :

- la datation de paires de matériaux différents provenant de la même couche : par exemple charbon et coquille, charbon et ossement, ...
- la datation de multiples charbons provenant de la même couche, la date la plus récente étant alors à privilégier

Cette dernière technique permettant de détecter et de corriger un éventuel effet « vieux bois » a été utilisée avec efficacité dans d'autres domaines que celui de l'archéologie. Elle concerne la datation d'événements très courts dans le temps comme les incendies (Gavin 2001) ou les éruptions volcaniques. Dans ces cas, les charbons (ou fragments de bois) relatifs au même événement devraient tous fournir la même date, les dispersions observées dans les mesures pouvant alors être imputées à l'effet « vieux bois » en raison des différences d'âge des arbres affectés par l'événement. De telles dispersions ont été constatées par exemple lors de l'étude de l'histoire éruptive de la Soufrière de Guadeloupe où des couches correspondant à une unique éruption fournissent chacune une « gamme de dates » dont la dispersion totale n'est pas imputable à l'incertitude radiocarbone mais à l'âge des arbres affectés par l'éruption (Boudon et al, 2008:480-482). Un traitement statistique bayésien fourni alors la plage d'incertitude calibrée tenant compte de cet effet. Cette méthode n'est applicable à l'archéologie que lorsque l'on est certain que tous les charbons d'une couche datée correspondent à un événement très bref (incendie ou foyer).

#### 6.2.4. Protocole opératoire sur les dates anciennement réalisées

Il n'y a malheureusement pas de méthode miracle et les incohérences d'un ensemble de datations se rapportant à un site, ou à une zone géographique, constituent les premiers indices à prendre en considération. Les datations doivent aussi être examinées au cas par cas, et l'on ne retiendra que celles dont le protocole se rapproche le plus de la pratique « chronometric hygiene » (Spriggs 1989). L'analyse statistique bayésienne peut aussi permettre d'apprécier le degré de validité d'un lot de dates. Cette méthode demande cependant une grande maîtrise pour être maniée avec discernement. Une autre approche (supra § 6.1 et Wilmschurst et al 2011) consiste à sérier un lot de datations en utilisant un critère de fiabilité pour chaque date, et ensuite confronter la pertinence des modèles culturels établis à partir de chacune des séries, définies par leur fiabilité.

Dans les cas où une partie de l'échantillon a été conservée soit par le directeur de la fouille soit par le laboratoire radiochronologique il sera alors possible de procéder à de nouveaux examens selon les protocoles définis au § 6.2.1 afin d'identifier si l'échantillon est problématique ou non.

## 7. CONCLUSION

Ce tour d'horizon met en évidence que les bois problématiques issus d'essences longévives et/ou durables sont bel et bien présents dans l'aire antillaise. Les connaissances actuelles ne permettent pas d'évaluer la fréquence et l'ampleur

du problème « vieux bois » pour les datations radiocarbone aux Antilles et il faut bien reconnaître que les pratiques actuelles des archéologues ne sont pas complètement satisfaisantes et devraient s'inspirer de celles des régions géographiques où ces aspects ont été soigneusement détaillés. Ainsi il apparaît primordial de s'intéresser à la caractérisation des essences, à la longévité des arbres antillais et à la durabilité de leurs bois, mais aussi aux stratégies d'acquisition du bois par les populations précolombiennes et à la taphonomie des charbons de bois dans les gisements. Les approches anthracologiques encore peu développées dans l'aire antillaise pourraient donc aussi contribuer à une meilleure fiabilité des datations. Nous avons focalisé notre attention sur les problèmes radiocarbone du bois, mais les autres difficultés comme la variation locale de l'effet réservoir marin nous rappellent qu'il peut être risqué de privilégier un matériau unique pour les datations. Certaines pratiques et précautions suggérées ici et sans doute d'autres à venir, devraient permettre de mieux évaluer et quantifier les incertitudes afin de les éviter ou de les corriger. La datation sur charbon de bois, mieux maîtrisée, aura sans doute encore de beaux jours devant elle dans l'aire antillaise.

Nom commun	Nom scientifique	estimations		référence
		espérance de vie en année	croissance annuelle (diamètre cm/an)	
Gaiac	Guaiacum officinale	voir tableau 3		
Bois d'amande	Hieronyma alchorneoides Allemão	400-500	0,5	Rollet 2010
Poirier	Tabebuia heterophylla (DC.) Britton	400-500	0,03 0,20 à 0,38	Rollet 2010 Weaver 1990 Brandeis 2009
Bois Pin - Magnolia	Magnolia dodecapetala (Lam.) Govaerts	700		Rollet 2010
Bois d'ébène vert	Rochefortia sp.			Rollet 2010
Acomat	Sideroxylon sp.		0,11 0,02 à 0,15	Rollet 2010 Weaver 1990 Brandeis 2009
Mahogany antillais (ou petite feuille) Acajou de Cuba	Swietenia mahogani C.DC.	200 80 70-100		Petites Antilles : introduit Rollet 2010 Joseph 2009 Cooper, Thomas, 2011 (cite Henderson 1964)
Olivier montagne	Cyrila racemiflora L.			Rollet 2010
Mangle blanc	Avicennia sp.		0,04	Rollet 2010 Brandeis 2009

Nom commun	Nom scientifique	estimations		référence
		espérance de vie en année	croissance annuelle (diamètre cm/an)	
Mangle rouge	Rhizophora mangle L.			Rollet 2010
Mapou	Pisonia sp.		0,10 0,05 à 0,25	Rollet 2010 Weaver 1990 Brandeis 2009
Raisinier bord de mer	Coccoloba sp. Coccoloba uvifera		0,17 0,07 à 0,14	Rollet 2010 Weaver 1990 Brandeis 2009
Courbaril	Hymenea courbaril L.	80-120	0,20 à 0,36	Vieira et al 2005, Weaver 1979 p. 5, Rollet 2010 Brandeis 2009, Vaïtilingon 2000
Sapotillier	Manilkara zapota (L.) P. Royen			Balerdi et Crane 2000
	Manilkara huberi (Ducke) A. Chev.	513 (Amazonie)	0,08	Laurance et al 2004
Bois Pilou	Turpinia occidentalis (Sw.) G. Don	559	0,01 à 0,27	Chai et Tanner 2011 Brandeis 2009
Balata	Manilkara bidentata (A. DC.) A. Chev.	1252 (Amazonie)	0,07	Laurance et al 2004
Noix Pain	Brosimum alicastrum Sw.	1000		Martinez Ramos 1998
Gommier Blanc	Dacryodes excelsa Vahl.	500	0,44 à 0,50	Chai et Tanner 2011 Brandeis 2009
Olivier montagne ou Bois couché	Cyrilla racemiflora L.	650	0,08	Chai et Tanner 2011 Brandeis 2009
Magnolia laurier	Magnolia splendens Urb.	500		Chai et Tanner 2011
Gaiac	Guaiacum officinale L.	500	0,24	Brandeis 2009
Black Olive	Buceda buceras L.		0,10	Briscoe 1962
Bois torche noire	Erithalis fruticosa L.		0,06	Brandeis 2009
Petit bois de fer	Krugiodendron ferreum (Vahl) Urb.			Cons. bot. Petites Antilles 2005

Tableau 1. Espèces indigènes des Antilles candidates à une grande longévité

Nom commun	Nom scientifique	référence
Gaiac	Guaiacum officinale L.	Chudnoff 1984 Newsom, Wing, 2004:95 voir aussi § 3.6
Mangle gris	Avicennia germinans (L.) L.	Joseph (sd)
Galba	Calophyllum calaba L.	Chudnoff 1984
Acomat franc	Sideroxylon foetidissimum Jacq.	Sheffer 1998 Stehlé 1954 :109
Acomat pays	Mayepea dussi	Glabik, 1992 :213
Mangle rouge	Rhizophora mangle L.	Chudnoff 1984
Acajou rouge	Cedrela odorata L.	CTFT 1989 Dutertre (in Joseph 2009) Rollet 2010
Bois rouge carapate	Amanoa caribea Krug et Urb.	CTFT 1989 Vaïtilingon 2000 Rollet 2010
Sapotillier	Manilkara zapota (L.) P.Royen	Torelli et Cufar 1994
Mahogany antillais (ou petite feuille) Acajou de Cuba	Swietenia mahogani C.DC.	Petites Antilles : introduit (Rollet 2010)
Bois d'inde	Pimenta racemosa (Mill.) J.W. Moore	Rollet 2010
Petit bois de fer	Krugiodendron ferreum (Vahl) Urb.	Newsom, Wing, 2004
Sapotillier	Pouteria sp.	Newsom, Wing, 2004:162
Courbaril	Hymenea courbaril L.	Vaïtilingon 2000
Tendre à caillou	Acacia muricata (L.) Willd.	Vaïtilingon 2000

Tableau 2. Liste de quelques bois indigènes durables des Antilles

localisation	lieu	conditions	Vitesse de croissance diamétrale dbh)	Longévité extrapolée (pour un diamètre de 50 cm)	Références
Porto-Rico	plantation	Calcaire, 750 mm précipitations	13 cm / 41 ans = 3 ans / cm	150 ans	Francis 1993
Porto-Rico	plantation	Calcaire, 750 mm précipitations	9 cm / 49 ans = 5,4 ans / cm	270 ans	Francis 1993
St. Croix	plantation	Argile peu épaisse sur calcaire	3 cm / 23 ans = 7,7 ans / cm	385 ans	Francis 1993
Petite-Terre (Désirade)	littoral	Calcaire, littoral venté, 1000 mm précipitations, évaporation intense	8 cm / 40 ans = 5 ans / cm	250 ans	Dulormne et al 2006
Musée Edgar Clerc (Guadeloupe)	plantation	Calcaire, 1200 mm précipitations	10 cm / 30 ans = 3 ans / cm	150 ans	obs. perso
Basse-Terre	plantation	Sol argileux, 1700 mm précipitations	25 cm / 15 ans (tronc court) = 0,6 an / cm	30 ans	Comm. perso G. Richard
Porto Rico	forêt		0,24 cm / an = 4 an / cm	200 ans	Brandeis 2009

Tableau 3. Quelques exemples de longévité / taux de croissance du gâïac

échantillon		code	âge BP	incertitude
Poteau, Baie-au-Prunes US 213 Saint-Martin	central	Lyon-9163	1230	± 30
	périphérique	LY-11435	890	± 30
Poteau, Morel HS, Guadeloupe	central	Lyon-9162	1815	± 30
	périphérique	Lyon-9161	1580	± 30

Tableau 4. Poteaux de Baie-aux-Prunes et Morel : âges radiocarbone non calibrés (BP)

site	collecte	culture	diamètre	date cerne central date calibrée 2 sigma (ap. J.-C.)		date cerne périphérique date calibrée 2 sigma (ap. J.-C.)	
				inf	sup	inf	sup
Baie-au-Prunes (Saint-Martin)	Fouille archéologique	Mamoran troumassoïde	30 cm	687	884	1039	1217
Morel (Guade- loupe)	Découverte hors stratigraphie	Cédrosan saladoïde	34 cm	125	259	415	549

Tableau 5. Poteaux de Baie-aux-Prunes et Morel : dates radiocarbone calibrées (95%)

intervalles de confiance	Baie-aux-Prunes	Morel
	âge biologique en années	
95 %	189 à 475	175 à 399
65 %	261 à 400	227 à 336
	Taux de croissance (années/ cm de diamètre)	
95 %	6,3 à 15,8	5,2 à 11,7

Tableau 6. Poteaux de Baie-aux-Prunes et de Morel :âges biologiques à 1 et 2 sigma calculés avec le logiciel Bcal et taux de croissance diamétral à 2 sigma



## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Allen, Melinda, and Jennifer Huebert

- 2014 Short-Lived Plant Materials, Long-Lived Trees, and Polynesian 14C Dating: Considerations for 14C Sample Selection and Documentation. *Radiocarbon* 56(1).

Balerdi, Carlos E., and Jonathan H. Crane

- 2000 *The Sapodilla (Manilkara zapota Van Royen) in Florida*. Institute of Food and Agricultural Science. University of Florida.

Berman, Mary Jane, and Deborah M. Pearsall

- 2000 Plants, People, and Culture in the Prehistoric Central Bahamas: A View from the Three Dog Site, an Early Lucayan Settlement on San Salvador Island, Bahamas. *Latin American Antiquity* 11(3): 219–239.

Bonnissant, Dominique

- 2008 Archéologie précolombienne de l'île de Saint-Martin, Petites Antilles (3300 BC - 1600 AD). Université Aix-Marseille I - Université de Provence, Aix-en-Provence.

Bonnissant, Dominique, and Christian Stouvenot

- 2005 Un site d'habitat post-saladoïde dans les Terres-Basses : Baie aux Prunes (Plum Bay). Saint-Martin, Petites Antilles. In *Actes du XXe congrès International d'Archéologie de la Caraïbe*, 1:pp. 31-40. Santo Domingo, Republica Dominicana.

Boomert, Arie

- 2014 A tale of two archipelagoes : The first stage of full horticulturalist colonization in Oceania and the Caribbean. In , pp. 104–118. Fort-de-France, Martinique.

Boudon, Georges, Jean-Christophe Komorowski, Benoît Villemant, and Michel P. Semet

- 2008 A new scenario for the last magmatic eruption of La Soufrière of Guadeloupe (Lesser Antilles) in 1530 A.D. Evidence from stratigraphy radiocarbon dating and magmatic evolution of erupted products. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 178(3): 474–490.

Brandels, Thomas J.

- 2009 *Diameter Growth of Subtropical Trees in Puerto Rico*. Research Paper. U.S. Forest Service, Asheville.

Briscoe, C. B.

1962 *Tree Diameter Growth in the Dry Limestone Hills*. Research Note. Division of US Forest Management Research, Institute of Tropical Forestry.

Brock, Fiona, Joanna Ostapkowicz, Christopher Bronck Ramsey, Alex C. Wiedenhoef, and Caroline Cartwright

2012 Paired Dating of Pith and Outer Edge (Terminus) Samples from Pre-Hispanic Caribbean Wooden Sculptures. In , 54, n° 3-4: pp. 677–688. Radiocarbon, Paphos, Cyprus.

Bultman, John D., and Charles R. Southwell

1976 Natural Resistance of Tropical American Woods to Terrestrial Wood-Destroying Organisms. *Biotropica* 8(2): 71–95.

Castillo, G., and V. Demoulin

1997 NaCl salinity and temperature effects on growth of three wood-rotting basidiomycetes from a Papua New Guinea coastal forest. *Mycological Research* 101(3): 341–344.

Chai, Shauna-Lee, and E. V. J. Tanner

2011 150-year legacy of land use on tree species composition in old-secondary forests of Jamaica. *Journal of Ecology* 99(1): 113–121.

Chudnoff, Martin

1984 Tropical Timbers of the World. In *Agricultural Handook* 607, pp. 466. USDA Forest Service. Washington DC.

Conrad, Geoffrey W., John W. Foster, and Charles D. Beeker

2001 Organic Artifacts from the Manantial De La Aleta, Dominican Republic: Preliminary Observations and Interpretations. *Journal of Caribbean Archaeology*: 1–20.

Conseil scientifique du Conservatoire Botanique des Petites Antilles françaises

2005 *Compte rendu de la réunion des 7-8 décembre 2005. Dossier Bilan et perspectives*.

Cooper, J., and K. D. Thomas

2011 Constructing Caribbean Chronologies: Comparative Radiocarbon Dating of Shell and Wood Artefacts from Pre-Columbian Sites in Cuba. *Archaeometry* 54(2): 401–425.

Cooper, Jago, Roberto Valcárcel Rojas, and Jorge Calvera Rosés

2010 Recent Archaeological Fieldwork from the Region around Los Buchilones: An Indigenous Site on the North-Central Cuban Coast. In : Kepecs, S., Curet, A. & de la Rosa, G. *Beyond the Blockade: New Currents in Cuban Archaeology*, pp. 89–105. University of Alabama Press.

Crombé, Philippe, Mark Van Strydonck, and Mathieu Boudin

- 2009 Towards a Refinement of the Absolute (Typo)Chronology for the Early Mesolithic in the Coversand Area of Northern Belgium and The Southern Netherlands. In *Chronology and evolution within the Mesolithic of North-West Europe: proceedings of an international meeting, Brussels, 2007*, pp. 95–112. Cambridge Scholars Publishing.

C.T.F.T.

- 1989 *Bois de DOM-TOM. Tome I : Guyane*. CIRAD, Montpellier.

Curet, L.A., J. Torres, and M. Rodríguez López

- 2004 Political and social history of eastern Puerto Rico : the Ceramic Age. In : A. Delpuech et C. L. Hofman *Late Ceramic Age Societies in the Eastern Caribbean*, pp. 59–86. BAR International Series 1273.

deFrance, Susan D., and Lee A. Newsom

- 2005 The Status of Paleoethnobiological Research on Puerto Rico and Adjacent Islands (chapter 4). In *Ancient Borinquen archaeology and ethnohistory of native Puerto Rico*. University of Alabama Press.

Dufraisse, Alexa, and María Soledad García-Martínez

- 2011 Mesurer les diamètres du bois de feu en anthracologie. Outils dendrométriques et interprétation des données. *Anthropobotanica* (02): 1–18.

Dulormne, Maguy, Lydie Largitte, Astrid Monthieux, Christophe Ndong-Mba, Alain Rousteau, and Alain Saint-Auret

- 2006 *Le déficit de régénération des Gaiacs de la Petite-Terre*. Bios Environnement, Réserve Naturelle de la Petite-Terre, Office National des Forêts.

Fitzpatrick, Scott M.

- 2006 A Critical Approach to 14C Dating in the Caribbean: Using Chronometric Hygiene to Evaluate Chronological Control and Prehistoric Settlement. *Latin American Antiquity* 17(4): 389–418.

Francis, John K.

- 1993 *Guaiacum officinale* L. *Lignumvitae*, guayacán, Zygophyllaceae, caltrop family. U.S.D.A., Forest Serv., Int. Inst. Trop. Forestry Publ.: 1-4. SO-ITF-SM-67.

Gavin, Daniel G.

- 2001 Estimation of inbuilt age in radiocarbon ages of soil charcoal for fire history studies. *Radiocarbon* 43(1): 27–44.

Glabik, Kathryn

- 1992 L'utilisation dans la manufacture des plantes des zones sèches de la Martinique. In *Actes Colloque de Botanique : Pérénité et évolution de la flore des Caraïbes*, pp. 210–218. Jardin exotique du Fort Napoléon, Terre-de-Haut, Guadeloupe.

Graham, E., D. M. Pendergast, J. Calvera, and J. Jardines

- 2000 Excavations at Los Buchillones, Cuba. *Antiquity* 74(284): 263–264.

Joseph, Philippe

- 2009 *La végétation forestière des Petites Antilles: synthèse biogéographique et écologique, bilan et perspectives*. Karthala Editions.

Keegan, William F.

- 1994 West Indian archaeology. 1. Overview and foragers. *Journal of Archaeological Research* 2(3): 255–284.

Kenneth, Douglas J., B Lynn Ingram, John R. Southon, and Karen Wise

- 2002 Differences in 14C age between stratigraphically associated charcoal and marine shell from the Archaic Period site of Kilometer 4, southern Peru; old wood or old water? *Radiocarbon* 44(1): 53–58.

Kirch, Patrick V., and Jennifer G. Kahn

- 2007 Advances in Polynesian Prehistory: A Review and Assessment of the Past Decade (1993–2004). *Journal of Archaeological Research* 15(3): 191–238.

Kollmann, Franz F. P., and Alfred A. Jr. Côté

- 1968 *Principles of Wood Science and Technology. I. Solid wood*. Springer-Verlag New York Inc., New York.

Larson, D. W.

- 2001 The paradox of great longevity in a short-lived tree species. *Experimental Gerontology* 36(4–6): 651–673.

Laurance, William F., Henrique E. M. Nascimento, Susan G. Laurance, Richard Condit, Sammy D'Angelo, and Ana Andrade

- 2004 Inferred longevity of Amazonian rainforest trees based on a long-term demographic study. *Forest Ecology and Management* 190(2–3): 131–143.

Lenoble, A., A. Queffelec, and C. Stouvenot

- 2012 *Prospections karstologiques et archéologiques de l'île de Saint-Barthélemy (Antilles françaises)*. Rapport de prospection thématique. Service régional de l'Archéologie, DRAC Guadeloupe.

Libby, W.F., E.C. Anderson, and J.R. Arnold

1949 Age determination by radiocarbon content : World-wide assay of natural radiocarbon. *Science* 109: 227–228.

Martínez-Ramos, M., and E.R. Alvarez-Buylla

1998 How old are tropical rain forest trees? *Trends in Plant Science* 3(10): 400–405.

Moskal-del Hoyo, M., M. Wachowiak, and R. A. Blanchette

2010 Preservation of fungi in archaeological charcoal. *Journal of Archaeological Science* 37(9): 2106–2116.

Newsom, Lee A, and Elizabeth S Wing

2004 *On land and sea Native American uses of biological resources in the West Indies*. University of Alabama Press, Tuscaloosa.

Newsom, Lee A.

1992 Wood Exploitation at Golden Rock (GR-1). In : A. H. Versteeg and K. Schinkel *The archaeology of St. Eustatius: The Golden Rock site*, pp. 213–227. St. Eustatius Historical Foundation No. 2 and the Foundation for Scientific Research in the Caribbean Region No. 131, Amsterdam.

Newsom, Lee A.

2000 Archaeological wood remains from Heywoods (Port St Charles) and Hillcrest sites, Barbados. In : Drewett, P. et al. *Prehistoric settlements in the Caribbean : fieldwork in Barbados, Tortola and the Cayman Islands*. Archetype Publications for the Barbados Museum and Historical Society, London.

Newsom, Lee A., and Jantien Molengraaff

1999 Paleoethnobotanical analysis. In HOFMAN C.L and HOOGLAND M.L.P *Archaeological investigations on St. Martin (Lesser Antilles) : the sites of Norman Estate, Anse des Pères and Hope Estate with a contribution to the "La Hueca problem."*. Faculty of Archaeology Leiden University.

Nicolini, E.A., J. Beauchêne, B. Leudet de la Vallée, J. Ruelle, T. Mangenet, and P. Heuret

2012 Dating branch growth units in a tropical tree using morphological and anatomical markers: The case of *Parkia velutina* Benoist (Mimosoideae). *Annals of forest science* 69(5): 543–555.

Olsen, Fred

1963 Sites d'Habitats Arawaks à Antigua (texte en français). In : *Compte-rendu intégral des communications et débats du Premier Congrès International*

*al d'Etudes des Civilisations Précolombiennes des Petites Antilles. Fort-de-France, 3 - 7 Juillet 1961, 1:pp. 103–106.*

Ostapkowicz, Joanna

- 1998 Taíno wooden sculpture: rulership and the visual arts in the 12–16th century Caribbean [PhD thesis]. Centre for the Visual Arts. University of East Anglia, UK, Norwich.

Ostapkowicz, Joanna, Christopher Bronck Ramsey, Fiona Brock, Tom Higham, Alex C. Wiedenhoeft, Erika Ribechini, Jeannette J. Lucejko, and Samuel Wilson

- 2012 Chronologies in wood and resin: AMS 14C dating of pre-Hispanic Caribbean wood sculpture. *Journal of Archaeological Science* 39(7): 2238–2251.

Ostapkowicz, Joanna, Alex C. Wiedenhoeft, Christopher Bronck Ramsey, Erika Ribechini, Samuel Wilson, Fiona Brock, and Tom Higham

- 2011 “Treasures ... of black wood, brilliantly polished”: five examples of Taino sculpture from the tenth-sixteenth century Caribbean. *Antiquity* 85: 942–959.

Petersen, J.B., C.L. Hofman, and L.A. Curet

- 2004 Time and culture : chronology and taxonomy in the Eastern Caribbean and the Guianas. In : A. Delpuech et C. L. Hofman. *Late Ceramic Age Societies in the Eastern Caribbean*, pp. 17–32. BAR International Series 1273.

Ramcharan, Shakku Renne

- 2004 Caribbean prehistoric domestic architecture: A study of spatio-temporal dynamics and acculturation. Master thesis, Florida State University.

Rieth, Timothy M., and J. Stephen Athens

- 2013 Suggested best practices for the application of radiocarbon dating to Hawaiian archaeology. *Hawaiian archaeology* 13: 3–29.

Righter, Elizabeth

- 2002 *The Tutu archaeological village site : a multidisciplinary case study in human adaptation*. Routledge, London; New York.

Rodrigues, Alice M. S., Phellipe N. E. T. Theodoro, Véronique Eparvier, Charlie Basset, Maria R. R. Silva, Jacques Beauchêne, Laila S. Espíndola, and Didier Stien

- 2010 Search for Antifungal Compounds from the Wood of Durable Tropical Trees. *Journal of Natural Products* 73(10): 1706–1707.

Rollet, Bernard

2010 *Arbres des Petites Antilles*. 2 vols. Office National des Forêts, Paris, France.

Rouse, Irving

1963 Le Developpement De L'art Precolombien Aux Antilles (texte en français). In *Compte-rendu intégral des communications et débats du Premier Congrès International d'Etudes des Civilisations Précolombiennes des Petites Antilles*. Fort-de-France, 3 - 7 Juillet 1961, 1:pp. 49–56.

Rouse, Irving

1992 *The Tainos : rise and decline of the people who greeted Columbus*. Yale University Press, New Haven.

Rowe, Marvin W.

2001 Dater les peintures rupestres. INORA - *Lettre internationale d'informations sur l'art rupestre*(29) ICOMOS: 5–13.

Saupé, Francois, Osvaldo Strappa, René Coppens, Bernard Guillet, and Robert Jagey

2006 A Possible Source of Error in 14C Dates: Volcanic Emanations (Examples from the Monte Amiata District, Provinces of Grosseto and Siena, Italy). *Radiocarbon* 22(2): 525–531.

Scheffer, T. C., Jeffrey J. Morrell, and Oregon State University Forest Research Laboratory

1998 *Natural durability of wood : a worldwide checklist of species* Technical Report. Corvallis, Forest Research Laboratory, Oregon State University.

Schiffer, Michael B.

1986 Radiocarbon dating and the “old wood” problem: The case of the Hohokam chronology. *Journal of Archaeological Science* 13(1): 13–30.

Schinkel, K.

1992 The Golden Rock Features. In : A. H. Versteeg and K. Schinkel *The archaeology of St. Eustatius: The Golden Rock site*, pp. 143–212. St. Eustatius Historical Foundation No. 2 and the Foundation for Scientific Research in the Caribbean Region No. 131. Amsterdam.

Spriggs, Matthew

1989 The dating of the Island Southeast Asian Neolithic: an attempt at chronometric hygiene and linguistic correlation. *Antiquity* 63(240): 587–613.

Spriggs, Matthew, and Atholl J. Anderson

1993 Late colonization of East Polynesia. *Antiquity* 67(255): 200–217.



Stehlé, Henri

- 1954 Quelques notes sur la botanique et l'écologie végétale de l'archipel des Caraïbes. *Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée* 1(1): 71–110.

Stein, Julie K., Jennie N. Deo, and Laura S. Phillips

- 2003 Big Sites-Short Time: Accumulation Rates in Archaeological Sites. *Journal of Archaeological Science* 30(3): 297–316.

Théry-Parisot, Isabelle

- 2001 Economie des combustibles au paléolithique: expérimentation, taphonomie, anthracologie. In Dossier de documentation archéologique 20. CNRS, Paris.

Théry-Parisot, Isabelle, and Auréade Henry

- 2012 Seasoned or green? Radial cracks analysis as a method for identifying the use of green wood as fuel in archaeological charcoal. *Journal of Archaeological Science* 39(2): 381–388.

Torelli, N., and K. Cufar

- 1994 Comparative decay resistance of 43 mexican tropical hardwoods. *Holz als Roh- und Werkstoff* 52(6): 394–396.

Vaütilingon, Laurent

- 2000 *Variantes : quelques arbres de la Guadeloupe*. Ibis rouge éditions. ONF.

Van Strydonck, M, DE Nelson, Philippe Crombé, C Bronk Ramsey, EM Scott, J Van Der Plicht, and RE Hedges

- 2000 Rapport du groupe de travail: les limites de méthode du carbone 14 appliquée à l'archéologie. What's in a 14C date. In : *Revue d'Archéométrie*, Mémoires de la Société préhistorique française tome XXVI, Lyon: 433–448.

Vieira, Simone, Susan Trumbore, Plinio B. Camargo, Diogo Selhorst, Jeffrey Q. Chambers, Niro Higuchi, and Luiz Antonio Martinelli

- 2005 Slow growth rates of Amazonian trees: Consequences for carbon cycling. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 102(51): 18502 –18507.

Weaver, Peter L.

- 1990 Tree Diameter Growth Rates in Cinnamon Bay Watershed, St. John, U.S. Virgin Islands1. *Caribbean Journal of Science* 26(1-2): 1–6.  
1994 Effects of Hurricane Hugo on Trees in the Cinnamon Bay Watershed, St. John, U.S. Virgin Islands. *Caribbean Journal of Science* 30(3-4): 255–261.

Wilmshurst, Janet M., Terry L. Hunt, Carl P. Lipo, and Atholl J. Anderson

- 2011 High-precision radiocarbon dating shows recent and rapid initial human colonization of East Polynesia. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108(5): 1815–1820.

Wilson, Samuel

- 2007 *The Archaeology of the Caribbean*. Cambridge University Press.

Winter, John, and Deborah M. Pearsall

- 1999 A Wooden Mortar of the Lucayans. In: *Proceedings of the XIVth International Congress for Caribbean Archaeology*, Barbados 1991. pp. 586–590

Winter, John, and Elizabeth Wing

- 1995 A refuse midden at the Minnis Ward Site. San Salvador, Bahamas. In: *Proceedings of the XVth International Congress for Caribbean Archaeology*, San Juan de Puerto Rico 1993. pp. 423–433

Winter, John, Elizabeth Wing, and Lee A. Newsom

- 1999 A Lucayan Funeral Offering. In *Proceedings of the XVIIth International Congress for Caribbean Archaeology*. New Providence - Bahamas, 1997, pp. 197–210

Worbes, Martin, and Wolfgang J. Junk

- 1999 How old are tropical forest trees? The persistence of a myth. *Journal of International Association of Wood Anatomists (IAWA)* 20(3): 225–260.



Figure 1 : souche à rejets de *Coccoloba uvifera*, Marie-Galante, cliché C. Stouvenot



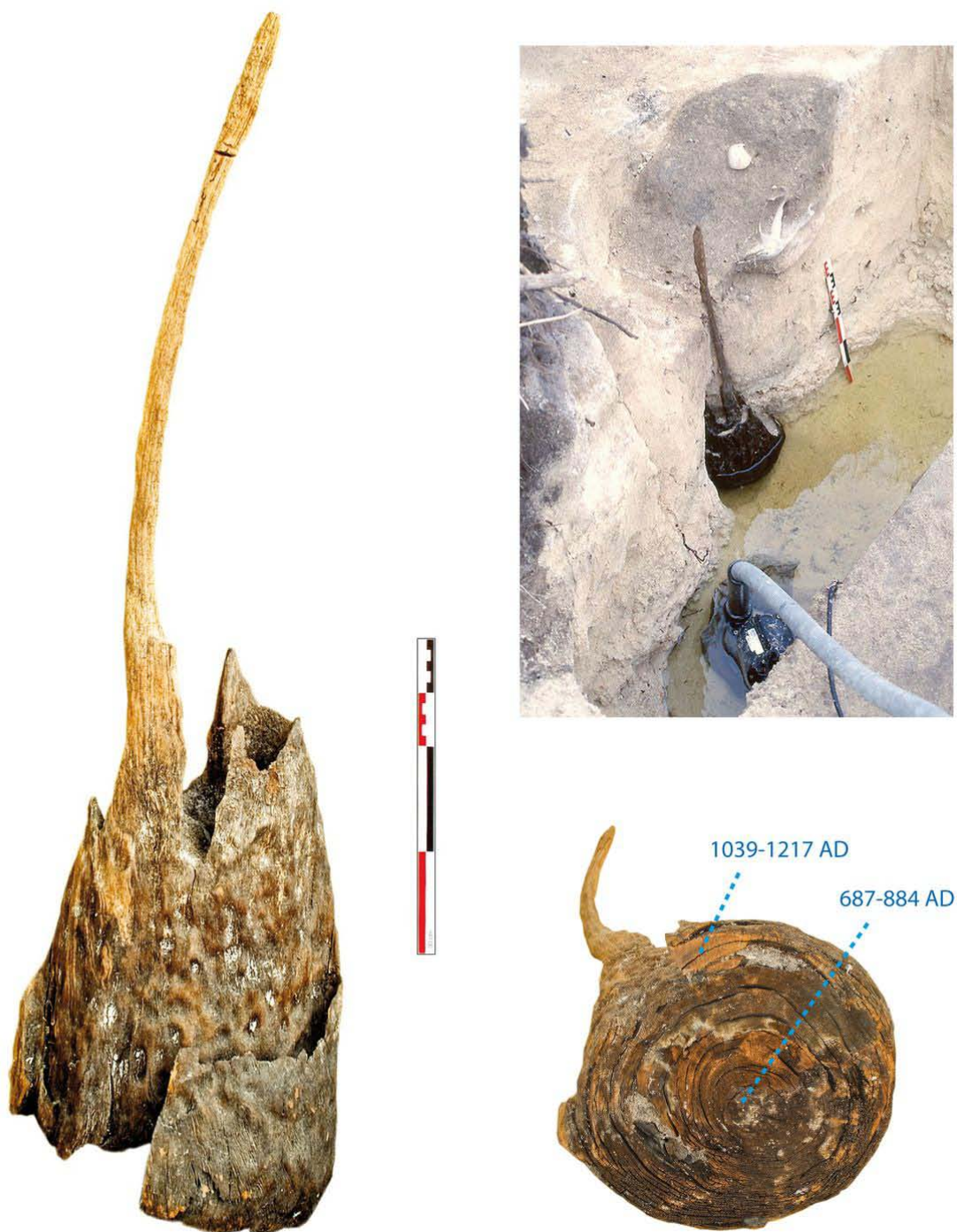


Figure 2 : poteau en bois de gaïac de Baie-aux-Prunes, Saint-Martin, clichés H. Biais (poteau) et D. Bonnisent (fouille)

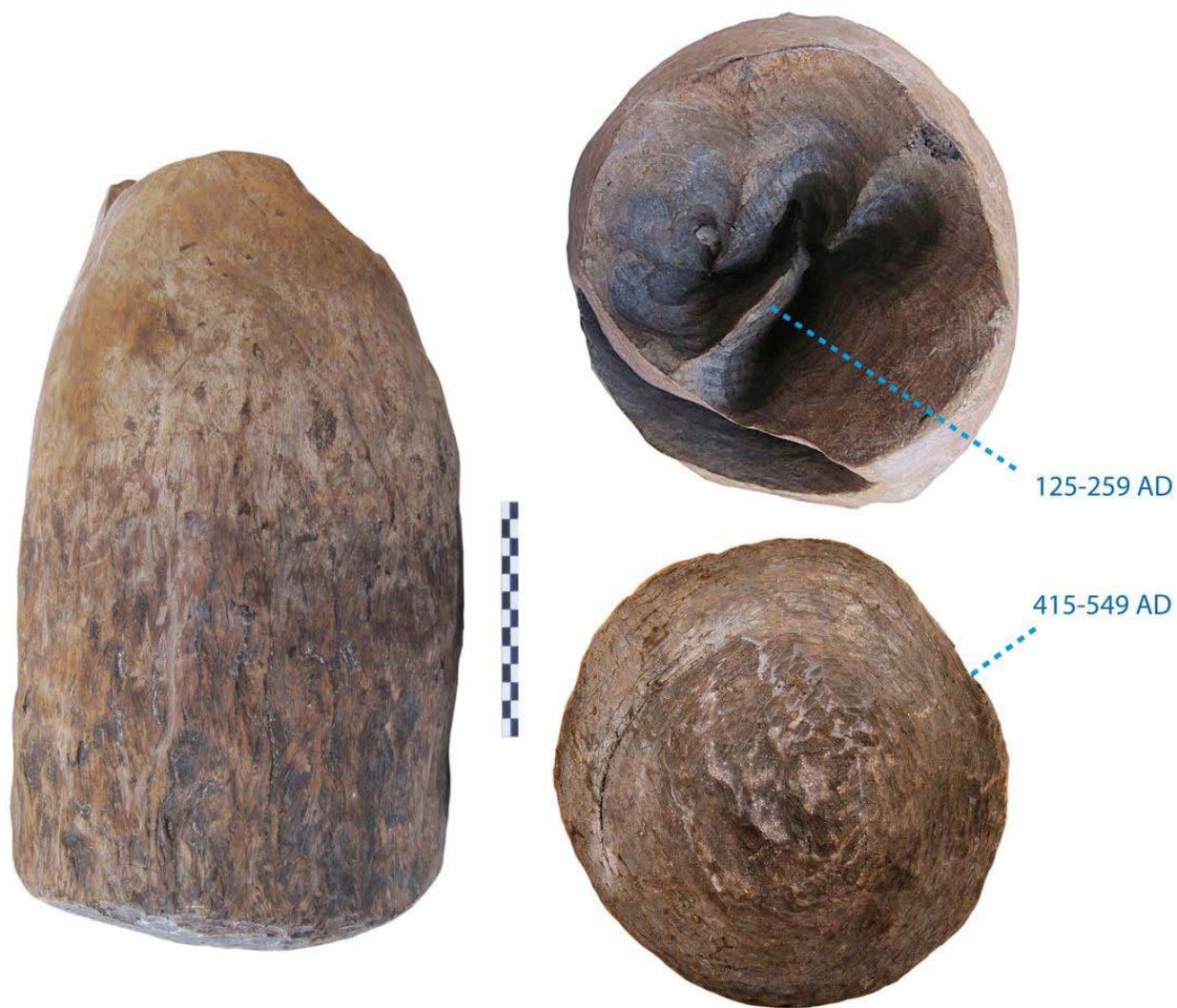


Figure 3 : poteau en bois de gäïac de Morel, Guadeloupe (Musée Edgar Clerc) cliché C. Stouvenot



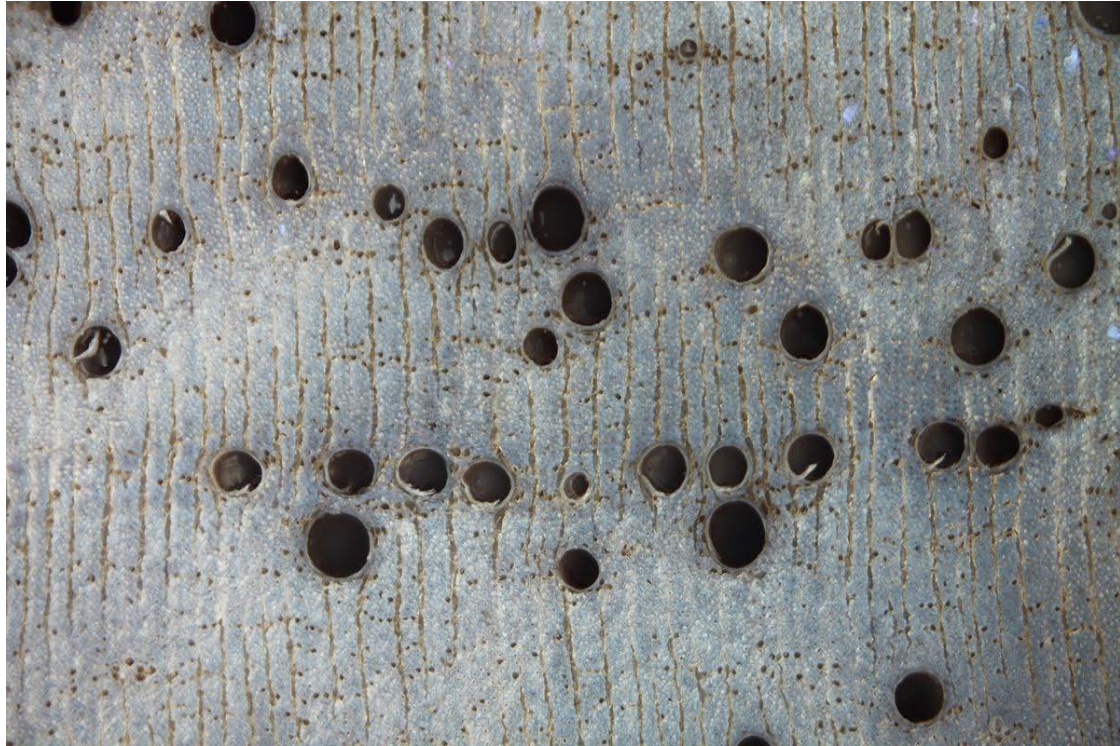


Figure 4 : microphotographie de la coupe transversale du bois du poteau de Baie-aux- Prunes (dimensions réelles 2,2 x 1,5 mm), Saint- Martin, cliché J. Beauchène

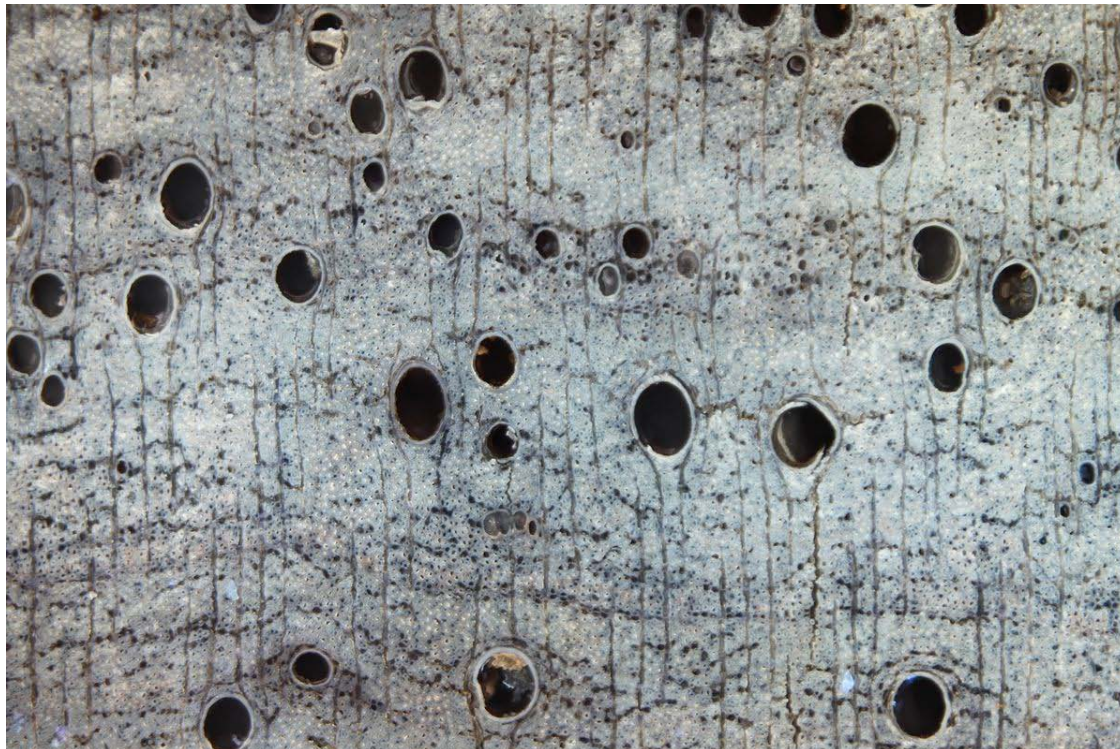


Figure 5 : microphotographie de la coupe transversale du bois de la souche de Pointe de Nègre (dimensions réelles 2,2 x 1,5 mm), Saint-Barthélemy, cliché J. Beauchène





Figure 6 : l'arbre à supplices, Pointe de Nègre, Saint-Barthélemy, cliché C. Stouvenot